Notas sobre os Complexos Ígneos de Veiros e Vale de Maceira
Notes on Veiros and Vale de Maceira Igneous Complexes

Lains, J.[1*]

[1] Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Dep. de Geologia, Campo Grande, C6, 1749-016 Lisboa, Portugal
jlainz@gmail.com

Resumo

Os Maciços de Veiros, Vale de Maceira e Campo Maior são representativos dos raros eventos de plutonismo Varisco na ZOM relacionados com a subducção, anteriores ao principal evento tectono-magmático Varisco (345-355 Ma) e sin-pós a exumação dos eclogitos. Os Maciços de Veiros e Vale de Maceira são caracterizados por teores elevados de K_2O, K_2O+Na_2O, LILE, Ba, Rb, LREE, baixo teor em TiO_2, teor alto mas variável de Al_2O_3, razões elevadas de K_2O/Na_2O e LREE/HREE; características estas típicas de uma associação shoshonítica. Em Veiros predominam os termos ultra-potássicos e shoshoníticos e em Vale de Maceira os termos AKCA e shoshoníticos. A associação calco-alcalina (BKCA-MKCA) de Campo Maior apresenta tendencialmente teores e razões inferiores aos maciços shoshoníticos em Ba, Rb, LILE, P, LREE e LREE/HREE. Os Maciços shoshoníticos e calco-alcalinos apresentam características orogénicas, nomeadamente anomalias negativas em Nb e Ta em diagramas multi-elementares de concentração normalizada. Os termos shoshoníticos e ultra-potássicos são caracterizados por anomalias negativas em Ba, Th, Nb-Ta, Sr e Ti e anomalias positivas em P e Rb; projectam-se nos campos orogénicos nos diagramas desenvolvidos para as rochas ricas em potássio e em particular no campo relacionado com o arco-colisional.

Palavras-chave: associação shoshonítica; calco-alcalino a ultra-potássico; plutonismo varisco, ZOM

Abstract

The Veiros, Vale de Maceira and Campo Maior massifs are rare representatives of Variscan plutonism (subduction related) at OMZ, emplaced before the main Variscan tectono-magmatic event (345-355 Ma) and sin-post eclogite exhumation. The Veiros and Vale de Maceira Massifs are characterized by high K_2O, K_2O+Na_2O, Ba, Rb, LILE, LREE, low TiO_2, high but variable Al_2O_3, high K_2O/Na_2O and LREE/HREE, which are typical attributes of a shoshonite association. Ultra-potassic and shoshonitic terms prevail at Veiros and HKCA and shoshonites terms are dominant at Vale de Maceira. The Campo Maior calc-alkaline association (LKCA-MKCA) in general display lower values than the shoshonitic massifs in Ba, Rb, LILE, P, LREE and LREE/HREE. The shoshonitc and calc-alkaline massifs have orogenic signatures, namely negative anomalies in Nb and Ta in multi-element diagrams for normalized concentration. The shoshonitic and ultra-potassic terms are characterized by negative anomalies in Ba, Th, Nb-Ta, Sr e Ti and positive anomalies in P and Rb; plotted within the orgenic fields in discriminant diagram developed for high potassic rocks and in particular within the continental arc related field.

Keywords: shoshonite association, calc-alkaline to ultra-potassic, variscan plutonism, OMZ

Introdução

A assinatura geoquímica dos Maciços de Veiros (MV) e Vale de Maceira (MVM) tem, em parte, suportado a inferência de uma subducção Varisca com vergência para Norte, num contexto de migração geoquímica – toleítica a calco-alcalina na zona proximal e shoshonítica na zona distal à sutura. A datação obtida por Moita *et al.*, 2005a para MVM de 364 ± 12 Ma contextualiza os maciços shoshsoníticos como uma das primeiras (e raras) manifestações magmáticas do estádio inicial da colisão continental (~370-360 Ma, Moita *et al.*, 2005b), síncrona ou imediatamente após a exumação dos eclogitos (~370-360 Ma, Moita *et al.*, 2005b), mas precedendo em pelo menos 10 Ma o principal evento tectono-magmático orogénico (345-355 Ma, *in* Jesus *et al.*, 2007).

Este trabalho pretende: *1)* caracterizar as assinaturas shoshoníticas de MV e MVM através de novos dados geoquímicos e mineralógicos, obtidos entre 2005 e 2007, e de dados geoquímicos de trabalhos anteriores (Canilho, 1977; Costa et al., 1990); *2)* evidenciar as características petrogeoquímicas dos maciços shoshoníticos através da comparação com o MCM (dados de Carrilho, 2004), com assinaturas calco-alcalinas e de idade contemporânea a MVM; *3)* esclarecer o ambiente geodinâmico de instalação de MV-MVM através de parâmetros discriminativos desenvolvidos para as rochas ricas em K.

A título de nota refere-se que não foram analisados por Canilho (1977) elementos menores, por Costa *et al.* (1990) P_2O_5, Ta, Hf, Pr e por Carrilho (2004) e Lains (este trabalho) Fe_2O_3 e Fe_2O.

Associação shoshonítica

A assinatura geoquímica de MV e MVM encontra-se identificada em Canilho (1977) e Costa, *et al.* (1990). Canilho (1977), com base no diagrama TAS, atribui uma afinidade com tendência alcalina aos maciços, que é sintomático da ambiguidade geoquímica da série shoshonítica que apresenta simultaneamente características calco-alcalinas e alcalinas (*Vide* Costa et al., 1990). O diagrama K_2O-SiO_2 aponta para predominância de termos shoshoníticos (s.l.), relativamente aos termos calco-alcalinos (Fig.1a). O carácter rico em potássico dos maciços é evidenciado por razões elevadas de K_2O/Na_2O (geralmente superiores a 1 nas rochas shoshoníticas), atingindo termos ultra-potássicos (Fig. 1b). Estes podem ser considerados uma subdivisão da série shoshonítica (Wenzel *et al.*, 1997). O diagrama Th/Yb-Ta/Yb (Pearce, 1983; não mostrado) aponta para características tendencialmente calco-alcalinas, no caso de MVM, e francamente shoshoníticas, no caso de Veiros. Esta distinção é já apontada pelas figuras 1a e 1b, e pelo diagrama TAS (não mostrado), que sugerem características predominantemente sub-alcalinas a transicionais e AKCA-SH para as rochas de Vale de Maceira e tendencialmente alcalinas e UK-SH para as rochas de Veiros (Vide Costa et al., 1990). Os maciços são caracterizados por teores altos em K_2O+Na_2O (2.47-8.11 wt%), razões K_2O/Na_2O elevadas (0.71-3.39)^{SHUK}, baixo teor em TiO_2 (0.65-1.69 wt%)^{SHUK}, teor alto em Al_2O_3 mas variável (10.53-19.84 wt%), teores elevados de LILE (∑Rb,Ba,Sr 1044-2352 ppm)^{SHUK}, LREE (∑La,Ce,Nd,Pr 94.8-158.8 ppm)^{SHUK} e razões elevadas de LREE/HREE (8.4-13.2)^{SHUK}, que suportam a sua afinidade shoshonítica (Morrison, 1980; Jiang *et al.*, 2002). Contudo, apresentam razões inferiores de Fe_2O_3/FeO (0.04-0.5) às atribuídas por Morrisson, 1980 (i.e.>0.5) para este tipo de rochas. Os termos shoshoníticos e ultra-potássicos (SHUK) tendem a revelar teores médios superiores aos dos termos calco-alcalinos, nomeadamente em Ba, Rb e P_2O_5. O enriquecimento nestes elementos covaria com o aumento da razão K_2O/Na_2O. Os termos SHUK são genericamente caracterizados por Ba>650 (432-1705 ppm)^{SHUK}; Rb>200 (98-423 ppm)^{SHUK} e P_2O_5>0.4 (0.38-0.78 wt%)^{SHUK}. Do ponto vista químico-mineralógico, os maciços são caracterizados pela presença de

plagioclase com valores de An_{40-85}, (geralmente labradorite), baixo teor de Fe (Fs_{7-20}) e de TiO_2 (0.18-1.2%) nas clinopiroxenas (predominância de augite relativamente a diópsido), presença comum de ortopiroxenas (Fs_{15-40}). A componente fosterítica nas olivinas varia geralmente entre Fo_{55} e Fo_{70} e é inferior ao espectro referido por Morrison,1980 para a associação shoshonítica. As biotites e anfíbolas em granitos tipo-SH (Jiang *et al.*, 2002) são caracterizadas por teores baixos de Ti, baixos teores de Fe e razões $Mg/(Mg+Fe^T)$ e Fe^{3+}/Fe^{2+} elevadas, características comuns aos maciços: flogopites ($1.1C-1.9C^{Fe2+}$; $0.6-0.8^{Mg/(Mg+Fe2+)}$), pargasites e kaersutites ($<0.4C^{Fe3+}$; $1.24-1.52C^{Fe2+}$;$0.01-0.33^{Fe3+/Fe2+}$;$\sim0.60^{Mg/(Mg+FeT)}$). As rochas do MVM e MV revelam teores elevados de TiO_2 quer nas flogopites (3.7-8.0%), quer nas kaersutites e pargasites (3.2-4.9%), podendo, no caso das primeiras, resultar da cristalização em magmas basálticos ricos em potássico (Edgar e Arima, 1983), embora pareçam substituir parcialmente as piroxenas e/ou as horneblendas. A horneblenda castanha ocorre essencialmente em gabros de grão grosseiro, com olivina (MKCA na Fig. 1g).

Comparação com o Maciço de Campo Maior: uma tentativa

As rochas shoshoníticas têm vindo a ser reconhecidas em complexos plutónicos (*vide* referências em Jiang et al., 2002). A comparação entre uma associação shoshonítica e uma associação calco-alcalina geradas no mesmo contexto geodinâmico - i.e. idade de instalação semelhante (MCM ~369 Ma *in* Carrilho, 2004) e zona distal relativamente à sutura, pode indicar diferenças petrogenéticas relevantes (não desenvolvidos aqui). Acrescenta-se que na década de 70, com base em relações petrográficas, MV e MVM foram considerados semelhantes à “serie charnoquítica de Campo Maior” (Gonçalves *et al.*, 1975 *in* Carrilho, 2004). Os maciços são constituídos essencialmente por rochas gabrodioríticas e monzogabrodioríticas. Segundo Carrilho (2004), no MCM afloram rochas gabróicas no sector NW (BKCA>> MKCA) e monzoníticas no sector SE (MKCA).

As rochas SHUK do MV e MVM são particularmente enriquecidas em Ba, Rb e P e tendencialmente enriquecidas em LREE/HREE e LREE quando comparadas com as rochas mais evoluídas do MCM (LREE: $90.8-110.8^{MKCA}$ LREE/HREE: $7.4-10.8^{MKCA}$). Este enriquecimento é atenuado quando comparamos os termos calco-alcalinos de MVM e de Campo Maior (Fig. 1g e 1h). As razões Zr/Rb ($1.11-17.2^{MCM}$; $0.17-1.77^{MV+MVM}$) e Ti/P ($4.57-28.84^{MCM}$; $1.17-7.65^{MV+MVM}$) evidenciam o enriquecimento normalizado de Rb e P_2O_5 relativamente a Campo Maior (Fig. 1e-h). O MCM distingue-se também pela ausência da fase olivínica (fase mais estável em magmas ricos em K), presença comum de composições tschermaquíticas e magnésio-horneblenda com valores de TiO_2 menores (2.4-4.05%) e razões Fe^{3+}/Fe^{2+} mais elevadas (0.26-1.02), presença de flogopites com valores inferiores de TiO_2 (3.4-4.51%).

Assinatura orogénica

Os shoshonitos tradicionalmente relacionados com ambiente de subducção, podem ocorrer noutros contextos geodinâmicos (e.g. intraplaca associado a *hotspots* e *rifts* continentais; *in* Muller, 1992). A assinatura orogénica dos três maciços é evidenciada pelas anomalias negativas de Nb e Ta na Fig. 1(e-h). Para as rochas ultra-potássicas, Foley (1987) assinala como características do grupo III (orogénico) o empobrecimento em Ba, Nb e Ti (Fig. 1e e 1f); razões K_2O/Al_2O_3 <0.5 $(0.25-0.43)^{UK}$; Mg#<70 $(60-74)^{UK}$ e teores TiO_2<2 $(0.65-1.06\ wt\%)^{UK}$. Os termos UK ocupam também o campo orogénico nos diagramas discriminantes $CaO-Al_2O_3$ e $CaO-SiO_2$ (Foley, 1987). As baixas razões de TiO_2/Al_2O_3 $(<0.1)^{SHUK}$ e teores inferiores a 350 ppm em Zr sugerem também o carácter orogénico dos maciços (Muller, 1992). As rochas SHUK, e nomeadamente as rochas de granularidade fina de MV ocupam o campo relacionado com arco

continental (Fig. 1c), em particular o campo pós-colisional (Fig. 1d). O ambiente pós-colisional dos maciços deduzido através do diagrama parece contrastar com o respectivo enquadramento geodinâmico, sugerindo que a assinatura shoshonítica dos maciços possa derivar de

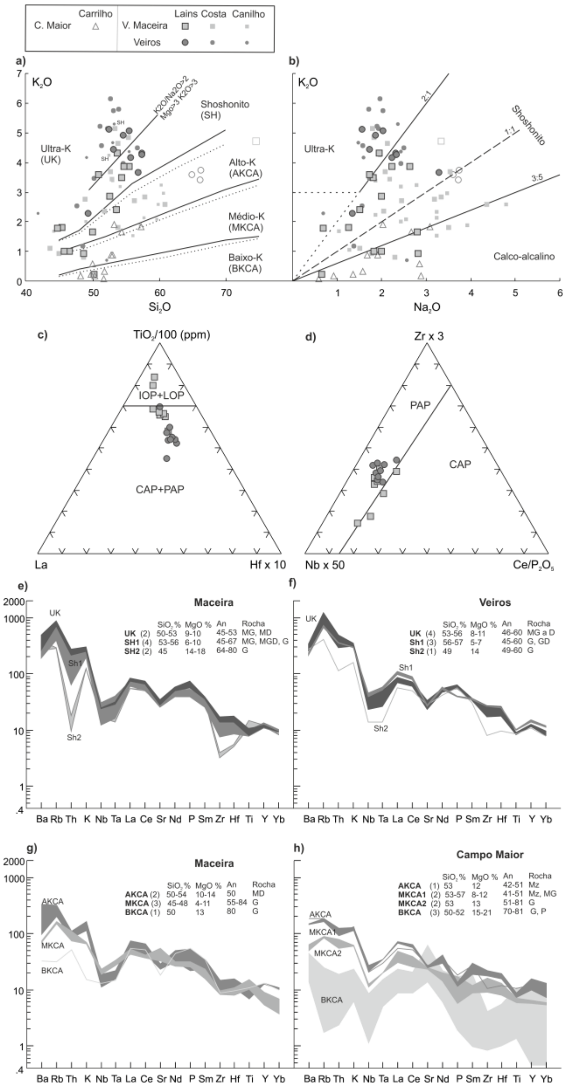

Fig. 1 a) Campos (Rickwood, 1989). Linha UK/SH para MV e MVM segundo os parâmeros de Foley, 1987 (SH excepções). b) 2:1 $K_2O/Na_2O=2$ (Foley, 1987); 1:1 $K_2O/Na_2O=1$ (SiO_2=55%); 3:5 $K_2O/Na_2O=0.6$ (SIO_2=50%) segundo Morrison, 1980. *Dataset*: Lains (não publicado); Costa et al, 1990 (não publicado); Canilho, 1977 e Carrilho, 2004. Círculo: MV; Quadrado: MVM; Triângulo: MCM. Círculo e quadrado aberto: filonetes tardios.c) e d) Muller, 1992. IOP: *Inicial Oceanic Arc*; LOP: *Late Oceanic Arc*; CAP: *Continental Arc;* PAP: *Post-collisional* Arc. *Dataset*: Lains (não publicado) e) a h): padrões multi-elementares normalizados segundo Thompson, 1982 (Ba=3.85). P: piroxenito G Gabbro; D: Diorito M: Monzo; Mz: Monzonito. (2) nº de amostras. An: Componente An% mol na plagioclase. *Dataset*: Lains (não publicado); Carrilho, 2004

um enriquecimento sub-litosférico mantélico (?) anterior à sua génese e/ou à acção relativamente precoce dos mecanismos de *slab roll back*. É de referir que as rochas finas de Veiros projectam-se simultaneamente nos campos PAC e CAP no diagrama Ce/P_2O_5-Zr/TiO_2 (não mostrado), indicando a dificuldade associada à descriminação entre estes campos referida por Muller (1992).

References

Canilho, M.H., 1977. Estudo dos maciços eruptivos de Veiros e Vale de Maceira (Alto Alentejo). *Bol. Soc. Geol. Portugal.* 20, 233-245.

Carrilho J.M., 2004. *Petrologia e Geoquímica de Complexos Plutónicos do NE Alentejano (Z.O.M), Portugal Central – Província Alcalina e Maciço de Campo Maior. Unpublished PhD thesis*, Univ. Évora, 505 pp.

Costa, D., Viana, A., Munhá, J., 1990. Petrologia e Geoquímica dos Maciços de Veiros e Vale de Maceira. *VII Semana Geoquímica*. Univ. Lisboa, Lisboa, Portugal.

Edgar, A. D. & Arima, M., 1983. Conditions of phlogopite crystallization in ultrapotassic volcanic rocks. *Min. Mag*., 47, 11-19.

Foley, S.F., Venturelli, G., Green, D.H., Toscani, L., 1987. The ultrapotassic rocks: classification, and constraints for petrogenetic models. *Earth Sci. Rev.* 24, 81-134.

Jesus, A., Munhá, J., Mateus, A., Tassinari, C., Nutman, A.P., 2007. The Beja Layered Gabbroic Sequence (Ossa Morena Zone, Southern Portugal): geochronology and geodynamic implications. *Geodinamica Acta.* 20–3, 139–157.

Jiang, Y.H., Jiang, S.Y., Ling, H.F., Zhou, X.R., Rui, X.J., Yang, W.Z., 2002. Petrology and geochemistry of shoshonitic plutons from the western Kunlun orogenic belt,northwestern Xinjiang, China: implications for granitoid geneses. *Lithos* 63,165-187.

Moita, P., Munhá, J., Fonseca, P.E., Tassinari, C.C.G., Araújo, A., Palácios, T., 2005a. Dating orogenic events in Ossa-Morena Zone. *XIV Semana de Geo-química / VIII Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa*, Univ. Aveiro, Aveiro, Portugal: 459-461.

Moita, P., Munhá, J., Fonseca, P., Pedro, J., Tassinari, C., Araújo, A., Palácios, T., 2005b.. Phase equilibria and geochronology of Ossa-Morena eclogites *XIV Semana de Geoquímica / VIII Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa*, Univ. Aveiro, Aveiro, Portugal: 463–466.

Morrison, G.W., 1980. Characteristics and tectonic setting of the shoshonite rock association. *Lithos* 13, 97– 108.

Müller, D., Rock, N.M.S. and Groves, D.I., 1992. Geochemical discrimination between shoshonitic and potassic volcanic rocks in different tectonic setting: a pilot study. *Mineralogy and Petrology* 46, 259-289.

Pearce, J.A., 1983. The role of sub-continental lithospere in magma genesis at destructive plate margins. In: Hawkesworth, C.J., Norry, M.J., (Eds.), Continental basalts and mantle xenoliths. Shiva, Nantwhich, pp. 230–249.

Wenzel, T., Mertz, D. F., Obberhansli, R., and Becker,T., 1997. Age, geodynamic setting and mantle enrichment processes of a K-rich intrusion from the Meissen massif (northern Bohemian massif) and implications for related occurrences from the mid-European Hercynian. *Geol. Rundsch.* 86, 556–570.

View publication stats